

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-036537

(43)Date of publication of application : 05.02.2002

(51)Int.Cl.

B41J 2/045

B41J 2/055

(21)Application number : 2000-223232

(71)Applicant : RICOH CO LTD

(22)Date of filing : 25.07.2000

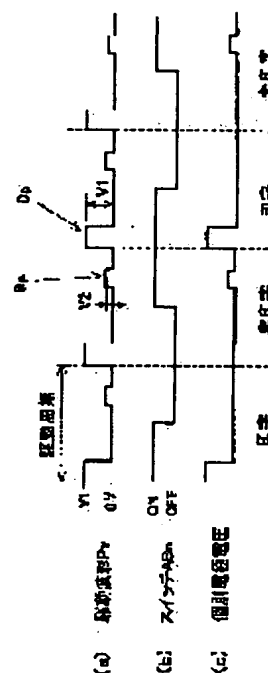
(72)Inventor : MURAI TAEKO  
SHINGYOUCHI MITSURU

## (54) INK JET RECORDER

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To solve a problem wherein controllability of a vibration of a meniscus is bad.

**SOLUTION:** In an ink jet head 40 wherein a diaphragm 50 and an electrode 55 are arranged in non-parallel, a non-ejection pulse  $B_p$  is applied to a nozzle that does not eject ink during the driving in order to apply to a diaphragm 50 a displacement for vibrating the meniscus.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

25.11.2004

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2002-36537

(P2002-36537A)

(43)公開日 平成14年2月5日(2002.2.5)

(51)Int.Cl.<sup>7</sup>

B 4 1 J 2/045  
2/055

識別記号

F I

B 4 1 J 3/04

テームト<sup>®</sup>(参考)

1 0 3 A 2 C 0 5 7

審査請求 未請求 請求項の数6 O L (全 13 頁)

(21)出願番号 特願2000-223232(P2000-223232)

(22)出願日 平成12年7月25日(2000.7.25)

(71)出願人 000006747

株式会社リコー

東京都大田区中馬込1丁目3番6号

(72)発明者 村井 妙子

東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式  
会社リコー内

(72)発明者 新行内 充

東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式  
会社リコー内

(74)代理人 230100631

弁護士 稲元 富保

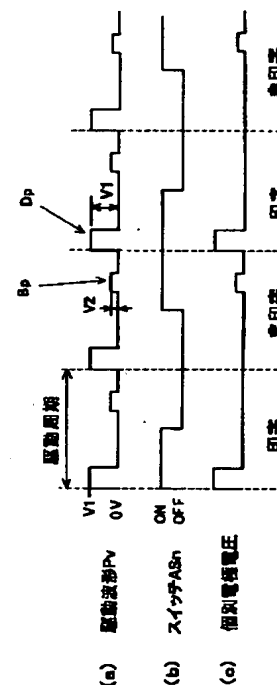
Fターム(参考) 20057 AF72 AG54 AG93 AM22 AM32  
BA03 BA15

(54)【発明の名称】 インクジェット記録装置

(57)【要約】

【課題】 メニスカス振動の制御性が悪い。

【解決手段】 振動板50と電極55とを非平行状態で配置したインクジェットヘッド40と、駆動時にインク滴を吐出させないノズルに対してはメニスカスを振動させる変位を振動板50に与える非吐出パルスB<sub>p</sub>を印加する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 インク滴を吐出するノズルと、このノズルが連通するインク流路と、この流路の壁面を形成する振動板と、この振動板に対向する電極とを有し、前記振動板と前記電極とを非平行状態で配置してなり、前記振動板を静電力で変形させるインクジェットヘッドを搭載するとともに、このインクジェットヘッドの駆動時にインク滴を吐出させないノズルのメニスカスを振動させる駆動波形を1回以上与える手段を備えていることを特徴とするインクジェット記録装置。

【請求項2】 インク滴を吐出するノズルと、このノズルが連通するインク流路と、この流路の壁面を形成する振動板と、この振動板に対向する電極とを有し、前記振動板と前記電極とを非平行状態で配置してなり、前記振動板を静電力で変形させて前記ノズルからインク滴を吐出させるインクジェットヘッドを搭載するとともに、このインクジェットヘッドが非印字領域にあるときにノズルのメニスカスを振動させる駆動波形を1回以上与える手段を備えていることを特徴とするインクジェット記録装置。

【請求項3】 請求項1又は2に記載のインクジェット記録装置において、前記メニスカスを振動させる駆動波形はインク滴を吐出させる駆動波形よりもパルスの振幅が小さいことを特徴とするインクジェット記録装置。

【請求項4】 請求項1又は2に記載のインクジェット記録装置において、前記メニスカスを振動させる駆動波形は前記インク滴が吐出する駆動波形よりもパルスの立ち下がり時間が長いことを特徴とするインクジェット記録装置。

【請求項5】 請求項1又は2に記載のインクジェット記録装置において、前記インクジェットヘッドは振動板に対して電極を傾斜させて配置していることを特徴とするインクジェット記録装置。

【請求項6】 請求項1又は2に記載のインクジェット記録装置において、前記インクジェットヘッドは振動板に対して電極側面が傾斜している部分と平行な部分とを有していることを特徴とするインクジェット記録装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明はインクジェット記録装置に関し、特に静電型インクジェットヘッドを搭載したインクジェット記録装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 プリンタ、ファクシミリ、複写装置、プロッタ等の画像記録装置（画像形成装置）として用いるインクジェット記録装置として、インク滴を吐出するノズルと、このノズルが連通するインク流路（吐出室、圧力室、加圧液室、液室等とも称される。）と、このインク流路の壁面をなす振動板と、この振動板に対向する電極とを有し、振動板を静電力で変形変位させてノズルか

らインク滴を吐出させる静電型インクジェットヘッドを搭載したものが知られている。

【0003】ところで、このようなインクジェットヘッドは、ノズルからインク滴を吐出するため、インク粘度が環境によって変化すると、安定したインク滴吐出特性（滴速度 $V_j$ 、滴体積 $M_j$ 、滴噴射方向の曲がり）が得られなくなり、画像品質が劣化する。また、環境変化だけでなく、非印字時にインク粘度が高くなると、ノズルの目詰まりが生じて、著しく画像が劣化する。特に、画質を向上するために、吐出インク滴を微小化しなければならないことから、ノズルの小径化が進んでおり、一層ノズルの目詰まりが生じ易くなっている。さらに、ノズルの目詰まりを起こさないまでも、非印字時間の長さによって、次に印字信号が入力された際のインク滴吐出特性に差が生じて画質が低下する。

【0004】そこで、例えば再公表特許WO97/32728号公報に記載されているように、単一周期の基準信号に同期して、インク滴吐出が可能な振幅の第1の電気パルスと、この第1の電気パルスの振幅より小さく、ノズル内のインクをノズル内で流動させる第2の電圧パルスのいずれか一方を、ノズルの目詰まり防止の回復処理動作時と印刷行程中に各圧力発生手段に印加するインクジェット記録装置が知られている。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、上述した第1の電気パルスと第2の電気パルスを同じタイミングで選択的に各圧力発生手段に印加するインクジェット記録装置のように、電気パルスの振幅によって滴吐出と滴非吐出とをコントロールすることは、環境温度の変化や静電型インクジェットヘッドにおける振動板の変形動作特性との関係などから、実際には非常に困難であって、インク粘度の上昇やノズルの目詰まりを確実に低減することができないという課題がある。

【0006】本発明は上記の課題に鑑みてなされたものであり、インク粘度の上昇やノズルの目詰まりを確実に低減するインクジェット記録装置を提供することを目的とする。

## 【0007】

【課題を解決するための手段】 上記の課題を解決するため、本発明に係るインクジェット記録装置は、インク滴を吐出するノズルと、このノズルが連通するインク流路と、この流路の壁面を形成する振動板と、この振動板に対向する電極とを有し、振動板と電極とを非平行状態で配置してなり、振動板を静電力で変形させるインクジェットヘッドを搭載するとともに、このインクジェットヘッドの駆動時にインク滴を吐出させないノズルのメニスカスを振動させる駆動波形を1回以上与える手段を備えたものである。

【0008】本発明に係るインクジェット記録装置は、インク滴を吐出するノズルと、このノズルが連通するイ

ンク流路と、この流路の壁面を形成する振動板と、この振動板に対向する電極とを有し、振動板と電極とを非平行状態で配置してなり、振動板を静電力で変形させてノズルからインク滴を吐出させるインクジェットヘッドを搭載するとともに、このインクジェットヘッドが非印字領域にあるときにノズルのメニスカスを振動させる駆動波形を1回以上与え手段を備えたものである。

【0009】ここで、ノズルのメニスカスを振動させる駆動波形はインク滴を吐出させる駆動波形よりもパルスの振幅が小さいことが好ましい。また、メニスカスを振動させる駆動波形はインク滴が吐出する駆動波形よりもパルスの立ち下がり時間が長いことが好ましい。

【0010】また、インクジェットヘッドは振動板に対して電極を傾斜させて配置していることが好ましい。さらに、インクジェットヘッドは振動板に対して電極側面が傾斜している部分と平行な部分とを有していることが好ましい。

【0011】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を添付図面を参照して説明する。図1は本発明に係るインクジェット記録装置の機構部の概略斜視説明図、図2は同機構部の側面説明図である。

【0012】このインクジェット記録装置は、記録装置本体1の内部に主走査方向に移動可能なキャリッジ、キャリッジに搭載したインクジェットヘッドからなる記録ヘッド、記録ヘッドへのインクを供給するインクカートリッジ等で構成される印字機構部2等を収納し、装置本体1の下方部には前方側から多数枚の用紙3を積載可能な給紙カセット（或いは給紙トレイでもよい。）4を抜き差し自在に装着することができ、また、用紙3を手差し給紙するための手差しトレイ5を開倒することができ、給紙カセット4或いは手差しトレイ5から給送される用紙3を取り込み、印字機構部2によって所要の画像を記録した後、後面側に装着された排紙トレイ6に排紙する。

【0013】印字機構部2は、図示しない左右の側板に横架したガイド部材である主ガイドロッド11と従ガイドロッド12とでキャリッジ13を主走査方向（図2で紙面垂直方向）に摺動自在に保持し、このキャリッジ13にはイエロー（Y）、シアン（C）、マゼンタ

（M）、ブラック（Bk）の各色のインク滴を吐出するインクジェットヘッドからなる記録ヘッド14をインク滴吐出方向を下方に向けて装着し、キャリッジ13の上側には記録ヘッド14に各色のインクを供給するための各インクタンク（インクカートリッジ）15を交換可能に装着している。

【0014】ここで、キャリッジ13は後方側（用紙搬送方向下流側）を主ガイドロッド11に摺動自在に嵌装し、前方側（用紙搬送方向上流側）を従ガイドロッド12に摺動自在に載置している。そして、このキャリッジ

13を主走査方向に移動走査するため、主走査モータ17で回転駆動される駆動プーリ18と従動プーリ19との間にタイミングベルト20を張装し、このタイミングベルト20をキャリッジ13に固定している。

【0015】また、記録ヘッドとしてここでは各色の記録ヘッド14を用いているが、各色のインク滴を吐出するノズルを有する1個のヘッドでもよい。さらに、記録ヘッド14として用いるインクジェットヘッドは、インク流路壁面を形成する振動板とこれに対向する電極との間の静電力で振動板を変位させてインクを加圧する静電型のものを用いている。

【0016】一方、給紙カセット4にセットした用紙3を記録ヘッド14の下方側に搬送するために、給紙カセット4から用紙3を分離給送する給紙ローラ21及びフリクションパッド22と、用紙3を案内するガイド部材23と、給紙された用紙3を反転させて搬送する搬送ローラ24と、この搬送ローラ24の周面に押し付けられる搬送コロ25及び搬送ローラ24からの用紙3の送り出し角度を規定する先端コロ26とを設けている。搬送ローラ24は副走査モータ27によってギヤ列を介して回転駆動される。

【0017】そして、キャリッジ13の主走査方向の移動範囲に対応して搬送ローラ24から送り出された用紙3を記録ヘッド14の下方側で案内する用紙ガイド部材である印写受け部材29を設けている。この印写受け部材29の用紙搬送方向下流側には、用紙3を排紙方向へ送り出すために回転駆動される搬送コロ31、拍車32を設け、さらに用紙3を排紙トレイ6に送り出す排紙ローラ33及び拍車34と、排紙経路を形成するガイド部材35、36とを配設している。

【0018】また、キャリッジ13の移動方向右端側には記録ヘッド14の信頼性を維持、回復するための信頼性維持回復機構（以下「サブシステム」という。）37を配置している。キャリッジ13は印字待機中にはこのサブシステム37側に移動されてキャッピング手段などで記録ヘッド14をキャッピングされる。キャリッジ13がこのサブシステム37側に位置するときがインクジェットヘッド（記録ヘッド14）が非印字領域に位置するときである。

【0019】次に、このインクジェット記録装置の記録ヘッド14を構成するインクジェットヘッドについて図3乃至5を参照して説明する。なお、図3は記録ヘッド14の分解斜視説明図、図4は同記録ヘッド14のノズル配列方向と直交する方向の断面説明図、図5は同記録ヘッド14のノズル配列方向の要部拡大断面図である。

【0020】インクジェットヘッド40は、単結晶シリコン基板、SOI基板などのシリコン基板等を用いた流路基板41と、この流路基板41の下側に設けたシリコン基板、パイレックス（登録商標）ガラス基板、セラミックス基板等を用いた電極基板42と、流路基板41の

上側に設けたノズル板43とを備え、複数のインク滴を吐出するノズル44、各ノズル44が連通するインク流路である液室46、各液室46にインク供給路を兼ねた流体抵抗部47を介して連通する共通液室流路48などを形成している。

【0021】流路基板41には液室46及びこの液室46の壁面である底部をなす振動板50（第1の電極となる。）を形成する凹部を形成し、ノズル板43には流体抵抗部47を形成する溝を形成し、また流路基板41と電極基板42には共通液室流路48を形成する貫通部を形成している。

【0022】ここで、流路基板41は、シリコン基板を熱酸化膜を介して接合したSOI基板を用いて、液室46等となる凹部をKOH水溶液などのエッチング液を用いて異方性エッチングすることにより、熱酸化膜をエッチングストップ層としてエッチングストップさせることで、シリコンからなる高精度の振動板50を形成している。なお、SOI基板の熱酸化膜はエッチングストップ後除去することもできるし、そのまま残存させておくこともできる。

【0023】また、この流路基板41としては、例えば単結晶シリコン基板を用いた場合、予め振動板厚さにボロンを注入してエッチングストップ層となる高濃度ボロン層を形成し、電極基板42と接合した後、液室46となる凹部をKOH水溶液などのエッチング液を用いて異方性エッチングすることにより、高濃度ボロン層をエッチングストップ層として高精度の振動板50を形成することもできる。

【0024】電極基板42には、シリコン基板に熱酸化膜42aを形成したものをを用いて、この熱酸化膜42aの部分に凹部54に形成して、この凹部54底面に振動板50に対向する電極15（第2の電極となる。）を設け、振動板50と電極55との間にギャップ56を形成し、これらの振動板50と電極55とによってアクチュエータ部を構成している。なお、電極55表面にはSiO<sub>2</sub>膜などの酸化膜系絶縁膜、Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>膜などの窒化膜系絶縁膜からなる電極保護膜57を成膜しているが、電極55表面に電極保護膜57を形成しないで、振動板50側に絶縁膜を形成することもできる。

【0025】ここで、電極基板42の凹部54は底面が傾斜面54aを有する形状に形成して、この凹部54底面に電極55を形成することによって、振動板50と電極55とを非平行状態で配置している。この電極55としては、通常半導体素子の形成プロセスで一般的に用いられるAl、Cr、Ni等の金属材料や、Ti、TiN、W等の高融点金属、または不純物により低抵抗化した多結晶シリコン材料などを用いることができる。

【0026】具体的には、例えば電極基板42となる結晶面方位（100）のシリコン基板に厚さ2μm程度の熱酸化膜42aを形成して、この熱酸化膜42a上にフ

ォトレジスト層を形成し、このフォトレジスト層をフォトリソグラフィにより傾斜面を有する形状として、このフォトレジスト層をマスクとして熱酸化膜42aを等方性または異方性エッチングを行うことにより、フォトレジスト層の形状が熱酸化膜42aに転写されて、熱酸化膜42aに底面に傾斜面54aを有する凹部54が形成される。

【0027】そして、凹部54の底面である傾斜面54aを含めては電極55となるTiN膜をスパッタリング法により0.15μmの厚さで成膜し、このTiN膜をドライエッチングにより電極55の形状にパターンニングして電極55を形成する。その後、電極55表面を含めて全面に保護膜57となるSiO<sub>2</sub>膜をP-CVD法で0.15μm厚さで成膜し、このSiO<sub>2</sub>膜をドライエッチングによりパターンニングして電極55表面を覆う保護膜57を形成している。

【0028】また、このヘッドでは、振動板50は、短手方向の長さ（液室46では振動板短手方向の隔壁間距離）を130μm、長手方向の長さ（液室46では振動板長手方向の隔壁間距離）を1.5mmとし、振動板50と電極55との間で振動板中央の最大変位が得られるギャップ長を0.25μmとしている。

【0029】上述した流路基板41と電極基板42は900℃の条件で直接接合されている。この場合、具体的には流路基板41となるSOI基板と電極基板42とを接合した後、SOI基板の結晶面方位（110）のSi基板をウェットエッチングにしてエッチングして、前述したように熱酸化膜をエッチングストップ層としてエッチングストップして、液室46等となる凹部を形成すると同時に板厚3μmの振動板50を形成している。

【0030】ノズル板43は多数のノズル44を二列配置して形成したものであり、吐出面には撥水処理を施している。ここでは、このノズル板43はNi電鍍工法で製作しているが、この他、例えば樹脂と金属層の複層構造のものなども用いることができる。このノズル板43は流路基板41に接着剤にて接合している。

【0031】このインクジェットヘッド40ではノズル44を二列配置し、この各ノズル44に対応して液室46、振動板50、電極55なども二列配置し、各ノズル列の中央部に共通液室流路48を配置して、左右の液室46にインクを供給する構成を採用している。これにより、簡単なヘッド構成で多数のノズル44を有するマルチノズルヘッドを構成することができる。

【0032】そして、インクジェットヘッド40の電極55は外部に延設して接続部（電極パッド部）55aとし、これにヘッド駆動回路であるドライバIC60を搭載したFPCケーブル61を異方性導電膜などを介して接続している。このとき、電極基板42とノズル板43との間は図4に示すようにエポキシ樹脂等の接着剤を用いたギャップ封止剤62にて気密封止している。

【0033】さらに、インクジェットヘッド40全体をフレーム部材65上に接着剤で接合している。このフレーム部材65にはインクジェットヘッド40の共通液室流路48に外部からインクを供給するためのインク供給穴66を形成しており、またFPCケーブル61等はフレーム部材65に形成した穴部67に収納される。

【0034】このフレーム部材65とノズル板43との間は図4に示すようにエポキシ樹脂等の接着剤を用いたギャップ封止剤68にて封止し、撥水性を有するノズル板43表面のインクが電極基板42やFPCケーブル61等に回り込むことを防止している。

【0035】そして、この記録ヘッド14のフレーム部材65にはインクカートリッジ15とのジョイント部材70が連結されて、フィルタ71を介してインクカートリッジ15からインク供給穴66を通じて共通液室流路48にインクが供給される。

【0036】このインクジェットヘッド40においては、振動板50を共通電極（第1の電極）とし、電極55を個別電極（第2の電極）として、振動板50と電極55との間に駆動電圧（駆動波形）を印加することによって、振動板50と電極55との間に発生する静電力によって振動板50が電極55側に変形変位し、この状態から振動板50と電極55間の電荷を放電させることによって振動板50が復帰変形して、液室46の内容積（体積）／圧力が変化することによって、ノズル44からインク滴が吐出される。

【0037】すなわち、個別電極とする電極55にパルス電圧を印加すると、共通電極となる振動板50との間に電位差が生じて、個別電極55と振動板50の間に静電力が生じる。この結果、振動板50は印加した電圧の大きさに応じて変位する。その後、印加したパルス電圧を立ち下げることによって、振動板50の変位が復元して、その復元力により液室46内の圧力が高くなり、ノズル44からインク滴が吐出される。

【0038】次に、このインクジェット記録装置の制御部の概要について図6を参照して説明する。この制御部は、この記録装置全体の制御を司るマイクロコンピュータ（以下、「CPU」と称する。）80と、所要の固定情報を格納したROM81と、ワーキングメモリ等として使用するRAM82と、ホスト側から転送される画像データを処理したデータを格納する画像メモリ83と、パラレル入出力（PIO）ポート84と、入力バッファ85と、パラレル入出力（PIO）ポート86と、波形生成回路87と、ヘッド駆動回路88及びドライバ89等を備えている。

【0039】ここで、PIOポート84にはホスト側から画像データなどの各種情報、図示しない操作パネルからの信頼性回復指示情報等の各種指示情報、用紙の始端、終端を検知する紙有無センサからの検知信号、キャリッジ13のホームポジション（基準位置）を検知する

ホームポジションセンサ等の各種センサからの信号等が入力され、またこのPIOポート84を介してホスト側や操作パネル側に対して所要の情報が送出される。

【0040】また、波形生成回路87は、インクジェットヘッド40の振動板50と電極55との間にインク滴を吐出させる第1駆動波形と、インク滴を吐出させないでメニスカスを振動させるだけの第2駆動波形とを出力する。この波形生成回路87からの出力を駆動電圧（駆動電圧） $P_v$ とする。この波形生成回路87にはD/A変換器を用いて主制御部91から与えられる電圧データをD/A変換することにより電圧値が変化する駆動波形（駆動パルス）を生成出力するようにしている。

【0041】ヘッド駆動回路88は、PIOポート86を介して与えられる各種データ及び信号に基づいて、記録ヘッド14の各ノズル44に対応するエネルギー発生手段（振動板50と電極55）に対して第1駆動波形又は第2駆動波形を印加する。さらに、ドライバ89は、PIOポート86を介して与えられる駆動データに応じて主走査モータ17及び副走査モータ27を各々駆動制御することで、キャリッジ13を主走査方向に移動走査し、搬送ローラ24を回転させて用紙3を所定量搬送させる。

【0042】次に、この制御部におけるヘッド駆動制御手段に係わる部分について図7を参照して説明する。このヘッド駆動制御部は、前述したCPU80、ROM81、RAM82及び周辺回路等を含む主制御部91と、波形生成回路87と、アンプ92と、駆動回路（ドライバIC）93等とを備えている。

【0043】主制御部91は、波形生成回路87に対して第1駆動波形と第2駆動波形を生成するためのデータを与え、ドライバIC93に対して印字信号（シリアルデータである）SD、シフトクロックCLK、ラッチ信号LATなどを与える。

【0044】波形生成回路87は、前述したようにインクジェットヘッド40のアクチュエータ部に対してノズル44からインク滴を吐出させるエネルギーを発生させる第1駆動波形と、インク滴を吐出しないでノズル44のメニスカス面を振動させる第2駆動波形とを時系列で発生する。具体的には、波形生成回路87は、図7

(a)に示すように電圧値 $V_1$ の第1駆動波形である吐出パルス $D_p$ と電圧値 $V_2$ （ $V_2$ は例えば $V_1$ の5%程度の電圧値）の第2駆動波形である非吐出パルス $B_p$ を含む駆動電圧 $P_v$ を生成出力し、これがドライバIC93のアナログスイッチ $AS_1 \sim AS_m$ に与えられている。

【0045】ドライバIC93は、時系列で入力される駆動電圧 $P_v$ から吐出パルス $D_p$ 又は非吐出パルス $B_p$ を印字信号に応じて選択して、記録ヘッド14を構成するインクジェットヘッド40の各個別電極55に与える。このドライバIC93は、主制御部91からのシリ

アルクロックCLK及び印字信号であるシリアルデータSDを入力するシフトレジスタ95と、シフトレジスタ95のレジスト値を主制御部91からのラッチ信号LATでラッチするラッチ回路96と、ラッチ回路96の出力値をレベル変化するレベル変換回路97と、このレベル変換回路97でオン/オフが制御されるアナログスイッチアレイ98とからなる。アナログスイッチアレイ98は、インクジェットヘッド40のm個（ノズル数をm個とする。）の個別電極55に接続したアナログスイッチAS1～ASmからなる。なお、インクジェットヘッド40の共通電極となる振動板50は接地している。

【0046】そして、このシフトレジスタ回路95にシフトクロックCLKに応じて印字信号（シリアルデータ）SDを取込み、ラッチ回路96でラッチ信号LATによってシフトレジスタ回路95に取り込んだ印字信号SDをラッチしてレベル変換回路98に入力する。このレベル変換回路98は、データの内容に応じて各アクチュエータ部の個別電極55に接続しているアナログスイッチASm（m=1～m）をオン/オフする。

【0047】このアナログスイッチASm（m=1～m）には波形生成回路87からアンプ（AMP）92を介して駆動波形Pvを与えているので、アナログスイッチASm（m=1～m）がオンしたときに駆動波形Pv（吐出パルスDp又は非吐出パルスBp）が個別電極55に与えられる。

【0048】次に、このように構成したインクジェット記録装置の作用について図8以降をも参照して説明する。先ず、上述したように、波形生成回路87からは図8（a）に示すように1駆動周期内で電圧値V1の吐出パルスDp及び電圧値V2の非吐出パルスBpとが時系列で生成出力され、これがドライバIC93のアナログスイッチAS1～ASmに与えられている。

【0049】そこで、駆動時に主制御部91から印字信号SDを与えることによって、例えば同図（b）に示すように、インク滴を吐出するビット（チャンネル）に対応するドライバIC93のアナログスイッチASn（n=1～mのいずれか）がオンし、アナログスイッチASnがオンしている間に入力される吐出パルスDp又は非吐出パルスBpが同図（c）に示すようにインクジェットヘッド40の個別電極55に与えられる。

【0050】この図6（c）は駆動時における1つのノズル44に対応する個別電極55に印加されるパルスを示しているものであり、このノズル44は、図示している最初の駆動周期では印字（駆動）であるので、吐出パルスDpが与えられてインク滴が吐出し、次の駆動周期では印字しないのでアナログスイッチASnをオフにして非吐出パルスBpを与えてメニスカスを振動させる。

【0051】このように駆動時にインク滴を吐出させないノズルのメニスカスを振動させる手段を備えているので、例えば、インク吐出頻度が少ないノズルでも、イン

クの増粘による滴吐出特性の変化が低減し、安定したインク滴吐出特性を得られる。これにより、印字開始直後のドットの乱れが解消され、ドット位置精度の高い良好な印字画像が得られる。

【0052】そして、このインクジェット記録装置においては、インクジェットヘッドとして振動板と電極とを非平行状態で配置したヘッドを用いているので、上述したように電圧値の低い駆動波形を印加してメニスカスを振動させる場合の制御性が向上する。

【0053】すなわち、静電型インクジェットヘッドにおいて、駆動波形の印加により静電力で変形する振動板50は、振動板50と電極55間のギャップ長の1/3の位置に達すると、振動板50に働く機械的な力と静電力とのバランスにより、急激に電極55に当接するという動作特性（変位特性）を有している。また、振動板50と電極55との間に作用する静電引力P（N/m<sup>2</sup>）は、誘電率をε（F/m）、電圧をV（V）、振動板と電極との距離（ギャップ長＝電極間距離）をt（m）としたとき、 $P = (1/2) \cdot \epsilon \cdot (V/t)^2$ で表され、振動板と電極との間のギャップ長が短くなるほど大きくなる。

【0054】したがって、上述したように振動板50と電極55とを非平行状態で配置したインクジェットヘッド40においては、図9（a）に示すように駆動波形を印加していない状態から駆動波形を印加することによって、同図（b）に示すように振動板50は電極55との間のギャップ長が短い部分から変形を開始し、この振動板50の変形によりギャップ長が漸次短くなることから、同図（c）に示すように振動板50は傾斜した電極55に倣って電極55に当接する。その後、印加した駆動波形をオフすることで、振動板50が復元変位して液室46内インクが加圧されてインク滴が吐出する。

【0055】これに対して、図10に示すように振動板50と電極55とを平行状態で配置したインクジェットヘッドにあっては、同図（a）に示すように駆動波形を印加していない状態から駆動波形を印加することによって、同図（b）に示すように振動板50は略中央部分から変形を開始し、同図（c）に示すように振動板50は中央部分が電極55に当接するまで変形する。その後、印加した駆動波形をオフすることで、振動板50が復元変位して液室46内インクが加圧されてインク滴が吐出する。

【0056】ここで、駆動電圧Vに対する振動板50の変位量について見ると、振動板50と電極55とを非平行状態で配置したインクジェットヘッド40にあっては、図11に線aで示すように、振動板50は電圧の増加に伴って傾斜した電極55に倣って変形し、ギャップ長が漸次短くなるので、駆動電圧Vに対して振動板変位量は略比例的に増加する。これに対して、振動板50と電極55とを平行状態で配置したインクジェットヘッド

にあつては、同図に線bで示すように、振動板変位量がギャップ長の $1/3$ になるまでは僅かずつ変形し、振動板変位量がギャップ長の $1/3$ に達する電圧値になると急激に電極55に当接するまで変形する。

【0057】したがって、インクジェットヘッド40のように振動板50と電極55とを非平行状態で配置した場合には、駆動波形の駆動電圧に対して振動板変位が比例的に増加する範囲が広くとれるようになるので、インク滴を吐出することなくメニスカス振動を与える場合に選択できる駆動電圧の範囲が広がり、所要の大きさのメニスカス振動を得るための制御が容易になる。

【0058】これにより、環境温度の変化などに対応してメニスカス振動を変化させる場合の制御が容易になる。すなわち、環境温度が相対的に低い場合にはインク粘度も上昇する傾向にあるので、所望のメニスカス振動を得るためには振動板50の変位量を大きくしなければならぬのに対し、環境温度が相対的に高い場合にはインク粘度が低下する傾向にあるので、所望のメニスカス振動を得るためには振動板50の変位量を小さくすることになる。この場合、のメニスカス振動に用いることができる振動板50の変位量の範囲が広い（駆動電圧の選択の範囲が広い）ことによって、このような環境温度に応じた制御も容易になる。

【0059】図12はこのような環境温度に応じた電圧値V2を設定する処理の一例を示すものである。すなわち、主制御部91は、図示しない温度検知手段、例えばサーミスタからの検知信号に基づいて環境温度Tを検出し、この環境温度Tを予め設定した基準温度 $T_r$ と比較して、 $T \geq T_r$ であれば、非吐出パルスBpの電圧値V2を電圧値V21に設定し、 $T \geq T_r$ でなければ、非吐出パルスBpの電圧値V2を電圧値V22（ $V22 > V21$ ）に設定して、設定した電圧値V2のデータを波形生成回路87に与える。

【0060】このように、振動板と電極とを非平行状態で配置して、振動板と電極間のギャップ形状を傾斜を持たせた非平行形状とし、且つ、インク滴を吐出させないノズルのメニスカスを振動させる駆動波形を与える構成とすることにより、振動板が電極に当接するまでの変位量を印加する駆動波形によってコントロールすることが可能となり、インク増粘防止のために印加する、非吐出パルスの制御性が向上し、インク増粘によるインク滴吐出特性の変動を抑えることができ、印字画像の乱れがなくなり、より高品質の画像を得ることができるとともに、環境温度変化に対する非吐出パルスの制御性も向上することができる。

【0061】なお、上記実施形態においては、時系列で出力される第1駆動波形（吐出パルスDp）と第2駆動波形（非吐出パルスBp）とを用いているが、これに限るものではなく、例えば図13に示すように、三端子スイッチ100のアレイをドライバICに用いて、三端子

スイッチ100の一方に吐出パルスDpを、他方に非吐出パルスBpを与えて、三端子スイッチ100を印字信号に応じて切り換えてヘッド14に印加する駆動波形を選択することもできる。

【0062】また、上記実施形態においては、非吐出パルスBp（第2駆動波形）として吐出パルスDp（第1駆動波形）の電圧値V1よりも低い電圧値V2のパルス波形としているが、例えば、図14（b）に示すように、同図（a）に示す第1駆動波形と波高値が同じで、第1駆動波形よりも立ち下がり時間の長い（立ち下がり緩やかな）第2駆動波形を用いることもできる。このような第2駆動波形を用いた場合には、振動板の復元がゆっくりになるので、任意の大きさのメニスカス振動が容易に得られる。

【0063】すなわち、パルスOFF時の立ち下がり時間が長いために、振動板が時間的にゆるやかに、傾斜面（電極55表面）に沿って復帰するため、駆動波形（パルス）の立ち下がり時間が短い場合に比べて、液室内の圧力上昇が少なく、インク滴を吐出する駆動パルスと同じ波高値であってもインク滴が吐出せず、メニスカスが振動するためである。したがって、この立ち下がり時間を調整することにより、メニスカス変位量を任意に制御することができる。

【0064】次に、インクジェットヘッド40の他の例について図15をも参照して説明する。なお、同図は同ヘッドの振動板短手方向の模式的断面説明図である。このインクジェットヘッドは、電極基板2に形成した凹部54として、傾斜面54aとこの傾斜面54aに連続して振動板50に対して平行な平行面54bを有する凹部を形成し、この凹部54の底面をなす傾斜面54a及び平行面54bに沿って電極55を形成することにより、振動板50に対して傾斜した部分55aと振動板50に対して平行な部分55bとを有する電極55を設けたものである。その他の構成は前記インクジェットヘッド40と同様である。

【0065】このインクジェットヘッドにおいては、図16（a）に示すように駆動波形を印加していない状態から駆動波形を印加することによって、同図（b）に示すように振動板50は電極55との間のギャップ長が短い部分から変形を開始し、電極55の傾斜した（非平行な）部分55aに沿って漸次変形した後、同図（c）に示すように振動板50は電極55の平行な部分55bに当接して変形する。その後、印加した駆動波形をオフすることで、振動板50が復元変位して液室46内インクが加圧されてインク滴が吐出する。

【0066】したがって、最大ギャップ長を確保できる電極55の平行な部分55bを長くとれ、当接時の振動板50の変位量を多く確保できるため、上記インクジェットヘッド40と比べて、最大ギャップ長が同じであっても、振動板50の変位が復元したときのインク滴吐出



体積 $M_j$ が大きくなる。

【0067】次に、本発明の第2実施形態について図17を参照して説明する。この実施形態は、上記実施形態が駆動時に非吐出ノズル（インク滴を吐出させないノズル）のメニスカスを振動させる例であったのに対し、キャリッジ13をサブシステム37側に移動させたとき、すなわち、ヘッド14が非印字領域にあるときには、すべてのノズル44のメニスカスを振動させる処理を行うようにしたものである。

【0068】すなわち、ヘッド14を非印字位置である印字待機位置（サブシステム37による信頼性維持回復位置）にしたときに、タイマT1をセット・スタートして、タイマT1がタイムアップしたときには信頼性維持回復処理を行う。この信頼性維持回復処理では、公知のようにヘッド14をキャップ手段でキャッピングした状態で吸引手段を駆動してヘッド14のノズル44からインクを吸引排出することによってノズル44の増粘したインクを排出する処理をしたり、或いは、全ノズル44を駆動してインク滴を吐出することによってノズル44の増粘したインクを排出する処理をする。

【0069】そして、信頼性維持回復動作後タイマT1、T2をセット・スタートし、印字指令があるか否かを判別し、印字指令がなければ、タイマT1がタイムアップしたか否かを判別する処理に戻る。

【0070】ここで、タイマT1がタイムアップしていなければ、タイマT2がタイムアップしているか否かを判別し、タイマT2がタイムアップしたときには、第1実施形態で説明したと同様なヘッド駆動制御によって、時系列で生成出力される吐出パルスDpと非吐出パルスBpのうちの非吐出パルスBpのみを選択してヘッド14に与えることにより、信頼性維持回復動作間にメニスカス振動のみを行って、ノズル44のインクの増粘を抑制する処理を行う。

【0071】このように、信頼性維持回復動作の一環として所定時間毎にインク滴を吐出しないでメニスカス振動のみを行う維持回復処理を行うことによって、インクの増粘を抑えることができるので、インク滴の排出を伴う維持回復処理の回数（クリーニング動作回数）を減らすことができ、無駄なインク消費を低減することができる。

【0072】そして、このメニスカス振動のためのヘッドの駆動を時系列で生成出力される第1駆動波形と第2駆動波形のうちの第2駆動波形のみを選択してヘッドに与えることにより、構成が簡単になり、低コスト化を図れる。さらに、前述の実施形態のように印字動作中（駆動時）にもメニスカス振動を行う構成と組み合わせることができ、これによりインクの増粘を低コストで抑制することができる。

【0073】図11に戻って、印字指令が与えられたときには、印字動作に移行する直前にメニスカス振動を行

ってノズル44内のインク粘度を回復した後、印字処理に移行する。これにより、安定した印字を迅速に開始することができる。

【0074】次に、本発明の第3実施形態について図18を参照して説明する。この実施形態においては、上記第2実施形態ではヘッドの非印字領域におけるメニスカス振動を信頼性維持回復動作の一環として行っていたのに対し、信頼性維持回復動作とは関係なく、1走査終了でヘッド14をサブシステム37側の非印字領域に移動して、すべてのノズル44に対してメニスカス振動を行った後、次の走査のためにヘッド14を印字領域に移動させる。

【0075】ここで、この実施形態に係るインクジェット記録装置を用いて、画像出力を行ってメニスカス振動によるノズル部の粘度増加に対する効果を確認した。キャリッジ13の非印字領域においてヘッド14の全ノズルのメニスカスを振動させる動作を行った場合、印字開始直後のドットの乱れが解消され良好な印字画像が得られ、振動板と電極とを平行状態で配置したヘッド（図10に示したもの）を用いて変位量をギャップ長の1/3以下としてメニスカスを振動させた場合に比べて大きな効果を得ることができる。また、このようなメニスカスを振動させる動作を行うことで、画像の乱れが低減され信頼性維持機構によるクリーニング動作回数が減り、無駄なインク消費を減らすことができる。

【0076】なお、上記実施形態においては、インクジェットヘッドは振動板と液室46とを流路基板41として同一部材から形成しているが、振動板と液室を形成している部材とを別部材で形成して接合することもできる。また、インクジェット記録装置に搭載するインクジェットヘッドの、流路基板中に形成したノズル、液室、流体抵抗部、共通液室流路の形状、配置、形成方法は適切に変更することができる。例えば、上記実施形態においては、ノズルは振動板の変位方向にインク滴が吐出するように形成したサイドシュータ方式のインクジェットヘッドであるが、ノズルを振動板の変位方向と交差する方向にインク滴が吐出するように形成したエッジシュータ方式のインクジェットヘッドでもよい。

【0077】

【発明の効果】以上説明したように、本発明に係るインクジェット記録装置によれば、振動板と電極とを非平行状態で配置したインクジェットヘッドを搭載するとともに、このインクジェットヘッドの駆動時にインク滴を吐出させないノズルのメニスカスを振動させる駆動波形を1回以上与える手段を備えたので、メニスカス振動用の駆動波形の制御性が向上し、インク粘度の上昇やノズルの目詰まりを確実に低減することができる。

【0078】本発明に係るインクジェット記録装置によれば、振動板と電極とを非平行状態で配置したインクジェットヘッドを搭載するとともに、このインクジェット

ヘッドが非印字領域にあるときにノズルのメニスカスを振動させる駆動波形を1回以上与え手段を備えたので、メニスカス振動用の駆動波形の制御性が向上し、インク粘度の上昇やノズルの目詰まりを確実に低減することができるとともに、印字開始直後の画像乱れが解消されて高品質画像を得ることができ、さらにヘッドの信頼性維持回復動作回数が減少して、無駄なインク消費を低減することができ、ランニングコストが低減する。

【0079】ここで、メニスカスを振動させる駆動波形はインク滴を吐出させる駆動波形よりもパルスの振幅を小さくすることで、メニスカス振幅を容易に制御することができる。また、メニスカスを振動させる駆動波形はインク滴が吐出する駆動波形よりもパルスの立ち下がり時間を長くすることで、メニスカス振幅を容易に制御することができる。

【0080】また、インクジェットヘッドは振動板に対して電極を傾斜させて配置することで、メニスカス振幅の制御が容易になる。さらに、インクジェットヘッドは振動板に対して電極側面が傾斜している部分と平行な部分とを有していることで、インク滴吐出体積を大きくしつつ、メニスカス振幅の制御を容易に行うことができるようになる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係るインクジェット記録装置の機構部の概略斜視説明図

【図2】同機構部の側面説明図

【図3】同記録装置のヘッドの分解斜視説明図

【図4】同ヘッドの振動板長手方向の断面説明図

【図5】同ヘッドの振動板短手方向の要部拡大断面説明図

【図6】同記録装置の制御部の一例を示すブロック図

【図7】同制御部の内のヘッド駆動制御部の一例を示すブロック図

10

20

30

\*

\*【図8】同記録装置におけるヘッド駆動制御の作用説明に供する説明図

【図9】同ヘッドの振動板変位動作の説明に供する説明図

【図10】振動板と電極とを平行状態で配置したヘッドの振動板変位動作の説明に供する説明図

【図11】駆動電圧に対する振動板変位量の関係を示す説明図

【図12】同記録装置における非吐出駆動波形の電圧値の設定処理を説明するフロー図

【図13】ヘッド駆動制御部の他の例を説明する要部説明図

【図14】メニスカス振動用駆動波形の他の例を説明する説明図

【図15】インクジェットヘッドの他の例を示す振動板短手方向の断面説明図

【図16】同ヘッドの振動板変位動作の説明に供する説明図

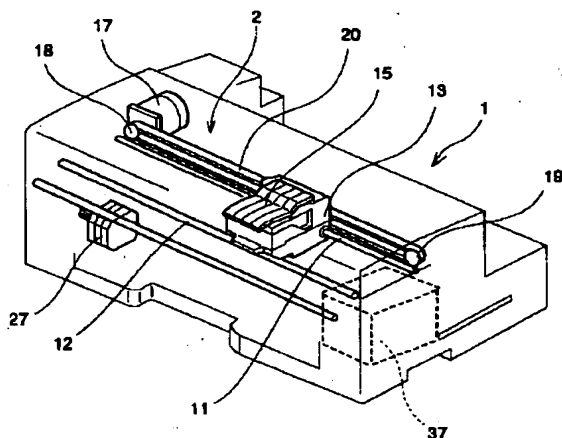
【図17】本発明の第2実施形態の説明に供するフロー図

【図18】本発明の第3実施形態の説明に供するフロー図

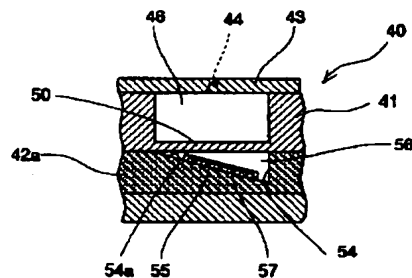
#### 【符号の説明】

13…キャリッジ、14…記録ヘッド、24…搬送ローラ、33…排紙ローラ、40…インクジェットヘッド、41、101…流路基板、42、102…電極基板、43、103…ノズル板、44、104…ノズル、46、106…液室、47…流体抵抗部、48…共通液室流路、50、110…振動板、54…凹部、54a…傾斜面、54b…平行面、55…電極、56…ギャップ、87…波形生成回路、91…主制御部、93…ドライバIC、95…シフトレジスタ、96…ラッチ回路、97…レベル変換回路、98…アナログスイッチアレイ。

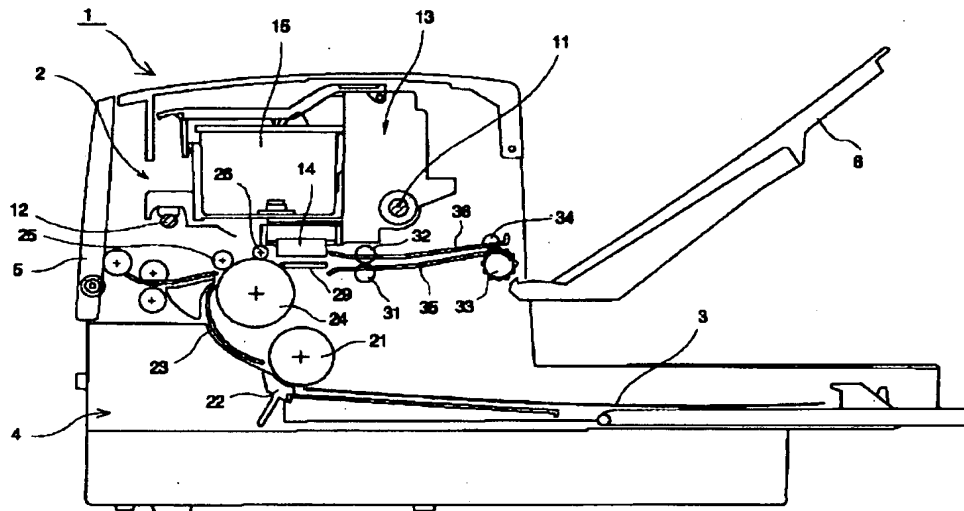
【図1】



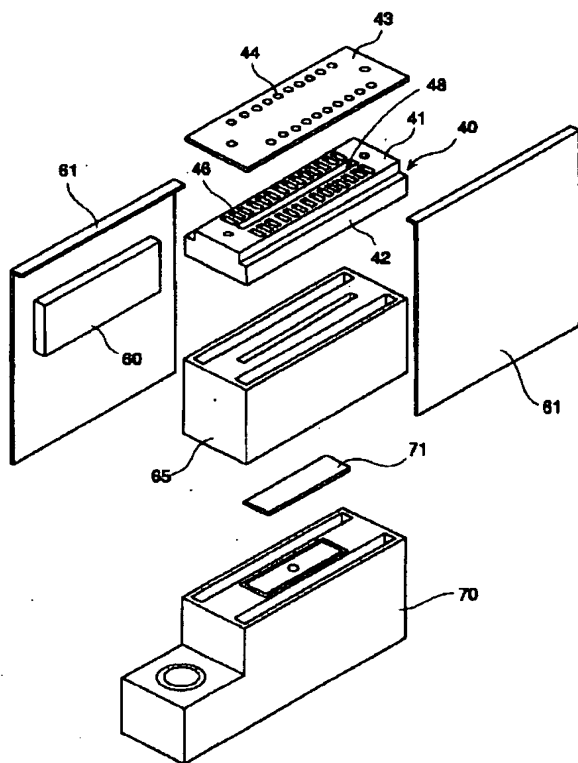
【図5】



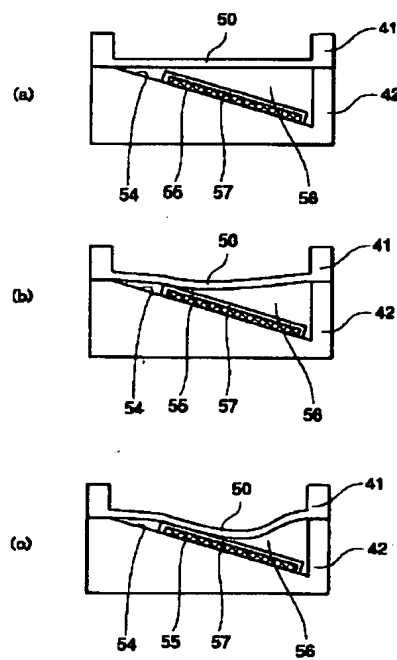
【図2】



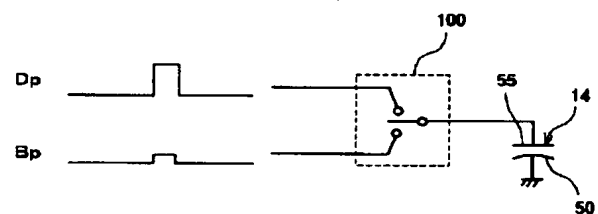
【図3】



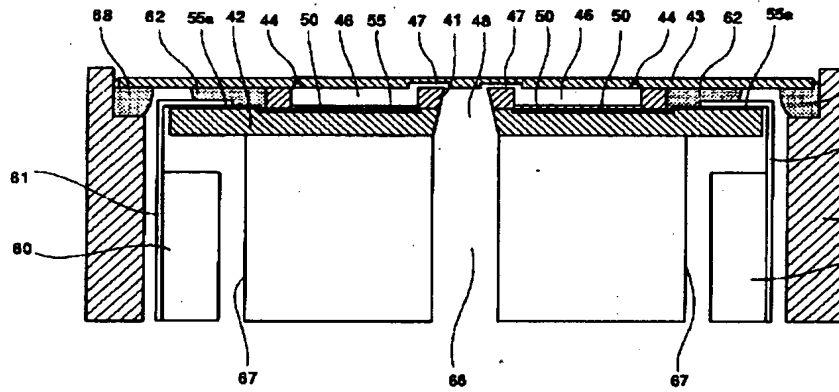
【図9】



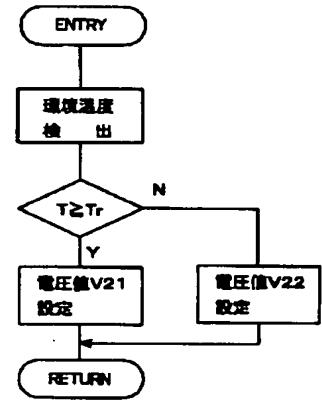
【図13】



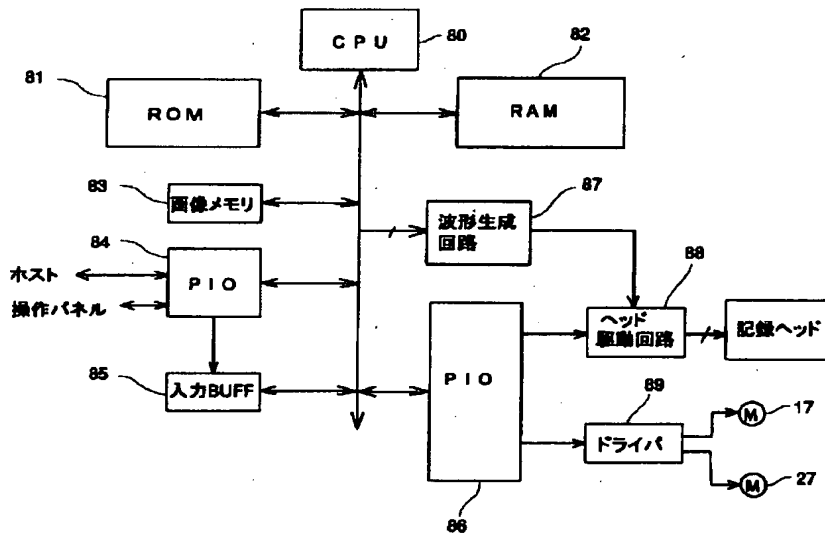
【図4】



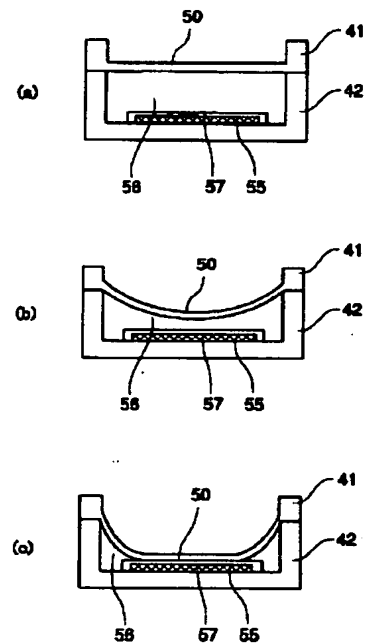
【図12】



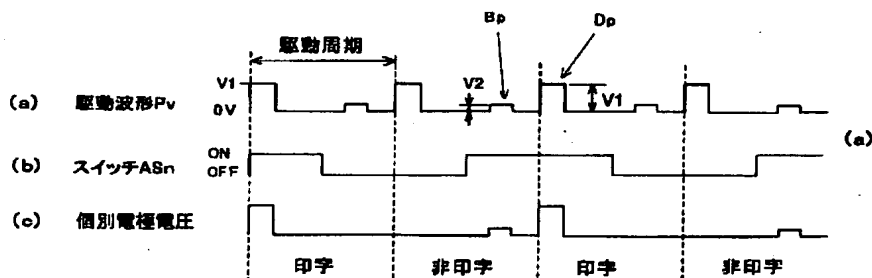
【図6】



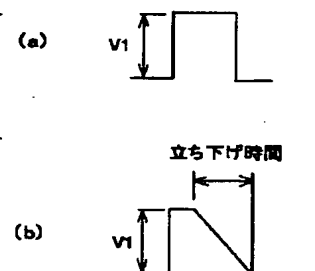
【図10】



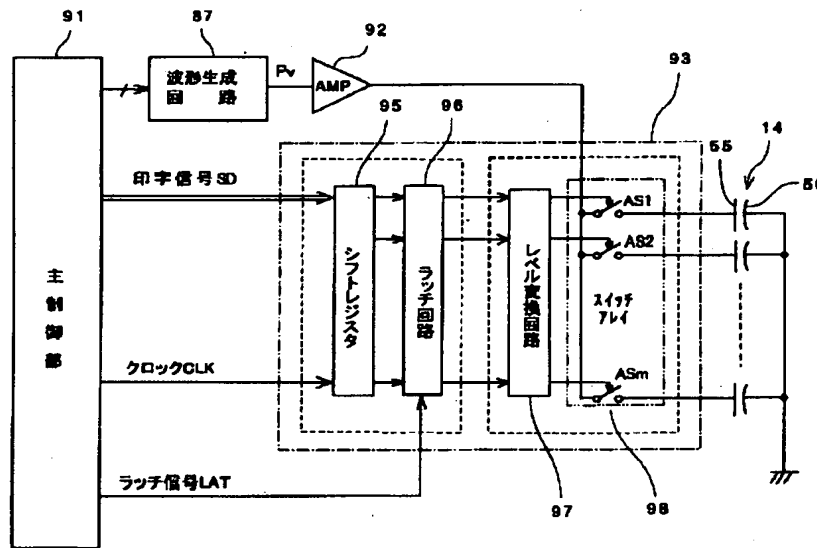
【図8】



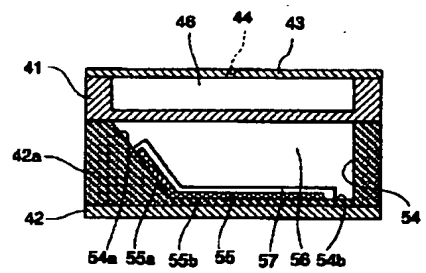
【図14】



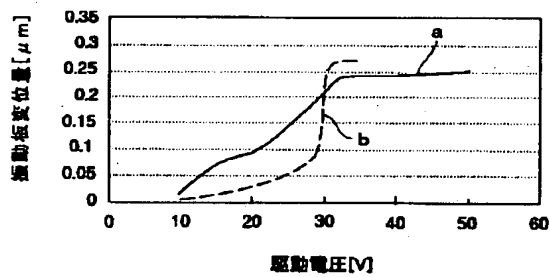
【図7】



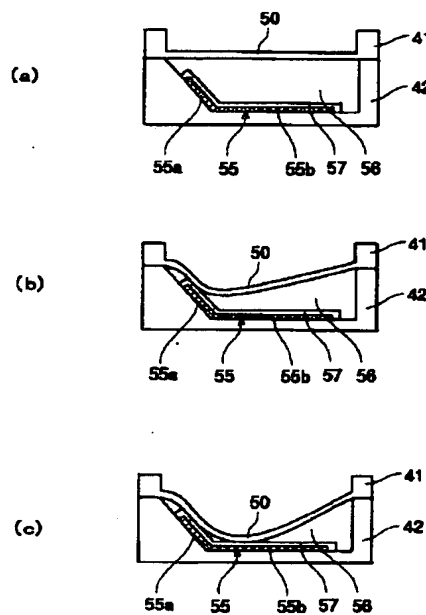
【図15】



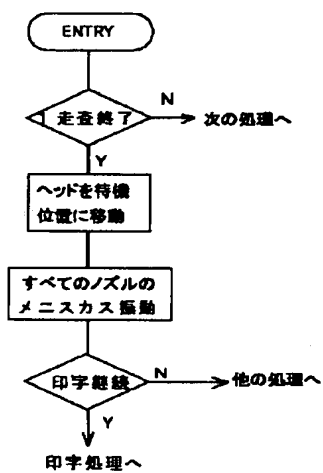
【図11】



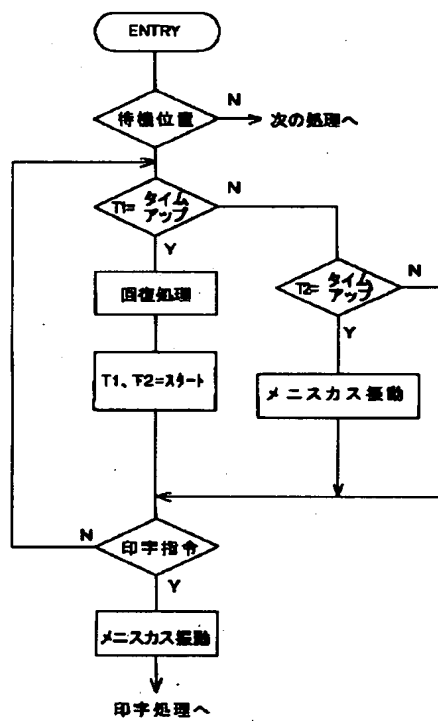
【図16】



【図18】



【図17】



# EUROPEAN PATENT OFFICE

## Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 2003034025  
PUBLICATION DATE : 04-02-03

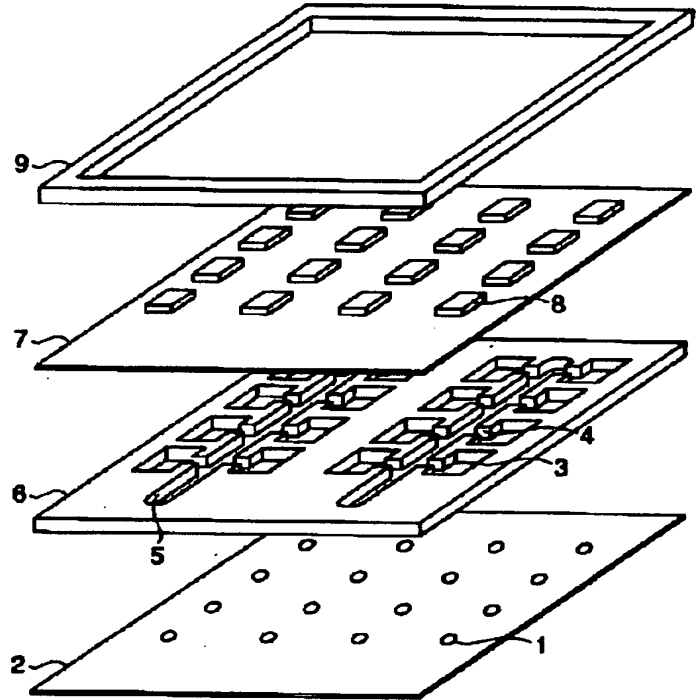
APPLICATION DATE : 24-07-01  
APPLICATION NUMBER : 2001222428

APPLICANT : FUJI XEROX CO LTD;

INVENTOR : NAKAMURA HIROFUMI;

INT.CL. : B41J 2/045 B41J 2/055

TITLE : INK JET RECORDING HEAD AND ITS  
DRIVING METHOD



ABSTRACT : PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an ink jet recording head and its driving method in which noises generated by the head can be suppressed low even when the head is driven by an actuator, and the reliability of the head is improved.

SOLUTION: A resonance frequency of the flexural vibration of the ink jet recording head is set to 20 kHz or higher. The problem of noises is eliminated because the 20 kHz or higher is outside a human audio frequency region even if the flexural vibration resonates. A frequency component of a waveform of a driving voltage to the actuator may be adapted to be different from the resonance frequency of the flexural vibration of the ink jet recording head. This constitution prevents the resonance and consequently reduces noises. The driving voltage may also be adapted to be impressed while a phase of the driving voltage to each actuator is shifted so as to offset forces.

COPYRIGHT: (C)2003,JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2003-34025  
(P2003-34025A)

(43) 公開日 平成15年2月4日(2003.2.4)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

B 4 1 J 2/045  
2/055

識別記号

F I

B 4 1 J 3/04

キーワード(参考)

1 0 3 A 2 C 0 5 7

審査請求 未請求 請求項の数13 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2001-222428(P2001-222428)

(22) 出願日 平成13年7月24日(2001.7.24)

(71) 出願人 000005496

富士ゼロックス株式会社  
東京都港区赤坂二丁目17番22号

(72) 発明者 中村 洋文

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株  
式会社内

(74) 代理人 10008/343

弁理士 中村 智廣 (外5名)

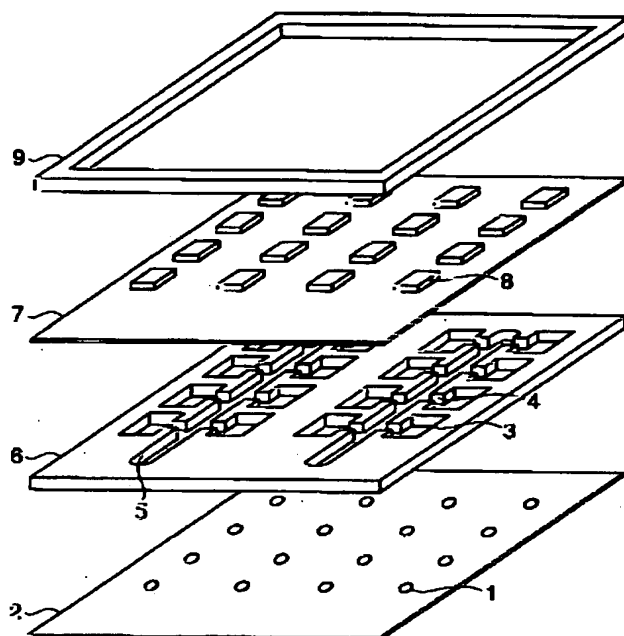
Fターム(参考) 2C057 AF99 AG15 AM19 AR08 BA14

(54) 【発明の名称】 インクジェット記録ヘッドおよびその駆動方法

(57) 【要約】

【課題】 アクチュエータ駆動を行っても、ヘッドが発生する騒音を低く抑えることができ、かつヘッドの信頼性を向上させるインクジェット記録ヘッドおよびその駆動方法を提供する。

【解決手段】 インクジェット記録ヘッドのたわみ振動共振周波数を20kHz以上に設定する。たわみ振動の共振が発生したとしても、20kHz以上であれば人間の可聴周波数領域を外れているので騒音の問題は発生しない。また、アクチュエータに対する駆動電圧の波形の周波数成分を、インクジェット記録ヘッドのたわみ振動の共振周波数と異なるように構成してもよい。このようにすれば、共振は発生しないので騒音は低減される。また、各アクチュエータに対する駆動電圧の位相を互いに加振力が相殺されるようにずらして、駆動電圧を印加するよう構成することも可能である。





## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 インクが充填される圧力室と、前記圧力室に対応して配設されたアクチュエータと、前記圧力室にインクを供給するインクプールと、前記インクプールと前記圧力室とを連通させるインク供給路と、前記圧力室に連通されるノズルとを備え、前記アクチュエータによって前記圧力室内に圧力変化を生じさせ、前記ノズルからインク滴を吐出させるインクジェット記録ヘッドにおいて、

前記インクジェット記録ヘッドのたわみ振動の共振周波数が20kHz以上であることを特徴とするインクジェット記録ヘッド。

【請求項2】 インクが充填される圧力室と、前記圧力室に対応して配設されたアクチュエータと、前記圧力室にインクを供給するインクプールと、前記インクプールと前記圧力室とを連通させるインク供給路と、前記圧力室に連通されるノズルとを備え、前記アクチュエータによって前記圧力室内に圧力変化を生じさせ、前記ノズルからインク滴を吐出させるインクジェット記録ヘッドにおいて、

前記圧力変化を生じさせるための前記アクチュエータに対する駆動電圧の波形が有する周波数成分が、前記インクジェット記録ヘッドのたわみ振動の共振周波数と異なることを特徴とするインクジェット記録ヘッド。

【請求項3】 インクが充填される複数の圧力室と、前記圧力室の各々に対応して配設された複数のアクチュエータと、前記各圧力室にインクを供給するインクプールと、前記インクプールと前記各圧力室とを連通させるインク供給路と、前記各圧力室に連通されるノズルとを備え、前記アクチュエータの各々によって前記対応する圧力室内に圧力変化を生じさせ、当該圧力室に連通するノズルからインク滴を吐出させるインクジェット記録ヘッドにおいて、

前記複数のアクチュエータがN（Nは2以上の整数）個のグループに分けられ、前記N個のグループの各々に属するアクチュエータに対してグループ毎に位相が $1/N$ 周期づつずれた所定周期の駆動電圧パルスが印加されることにより、圧力変化タイミングが異なる複数の圧力室が混在することを特徴とするインクジェット記録ヘッド。

【請求項4】 請求項3に記載のインクジェット記録ヘッドにおいて、各グループのアクチュエータによるヘッドたわみ加振力が相殺されるように前記所定周期の駆動電圧パルスの位相が設定されていることを特徴とするインクジェット記録ヘッド。

【請求項5】 請求項3に記載のインクジェット記録ヘッドにおいて、各グループのアクチュエータによるヘッドたわみ加振力が相殺されるように前記複数のアクチュエータがグループ分けされていることを特徴とするインクジェット記録ヘッド。

【請求項6】 請求項5に記載のインクジェット記録ヘッドにおいて、前記複数のアクチュエータが第1グループと第2グループに分割され、各グループのアクチュエータが千鳥状に混在していることを特徴とするインクジェット記録ヘッド。

【請求項7】 請求項3に記載のインクジェット記録ヘッドにおいて、前記N個のグループの各々に属するアクチュエータの数は、概略同数であることを特徴とするインクジェット記録ヘッド。

【請求項8】 請求項3に記載のインクジェット記録ヘッドにおいて、前記N個のグループの各々に属するアクチュエータの分散は、概略同一であることを特徴とするインクジェット記録ヘッド。

【請求項9】 請求項3から8のいずれか1つに記載のインクジェット記録ヘッドにおいて、前記インクジェット記録ヘッドのたわみ振動の共振周波数が20kHz以下であることを特徴とするインクジェット記録ヘッド。

【請求項10】 請求項1ないし3のいずれか1つに記載のインクジェット記録ヘッドにおいて、前記インクプールは本流および支流を有し、前記支流の各々に複数の圧力室が備えられていることを特徴とするインクジェット記録ヘッド。

【請求項11】 請求項1、2、3および10のいずれか1つに記載のインクジェット記録ヘッドにおいて、前記複数の圧力室はマトリクス状に配列されていることを特徴とするインクジェット記録ヘッド。

【請求項12】 請求項1ないし3のいずれか1つに記載のインクジェット記録ヘッドにおいて、前記各アクチュエータとして、圧電アクチュエータおよびヒータアクチュエータのいずれか1つを用いることを特徴とするインクジェット記録ヘッド。

【請求項13】 インクが充填される複数の圧力室と、前記圧力室の各々に対応して配設された複数のアクチュエータと、前記各圧力室にインクを供給するインクプールと、前記インクプールと前記各圧力室とを連通させるインク供給路と、前記各圧力室に連通されるノズルとを備え、前記アクチュエータの各々によって前記対応する圧力室内に圧力変化を生じさせ、当該圧力室に連通するノズルからインク滴を吐出させるインクジェット記録ヘッドの駆動方法において、

前記複数のアクチュエータをN（Nは2以上の整数）個のグループに分割し、

前記N個のグループの各々に属するアクチュエータに対して、グループ毎に位相が $1/N$ 周期づつずれた駆動電圧パルスを所定周期で印加する、

ことを特徴とするインクジェット記録ヘッドの駆動方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、アクチュエータに

おける圧力変化によってインク滴を吐出させるインクジェット記録ヘッドに係り、特に駆動時における騒音防止のための技術に関する。

#### 【0002】

【従来の技術】複数のプレートを積層して形成されたインク流路とアクチュエータからなるインクジェット記録ヘッドは、部品点数が少なく、製造が容易で低コストであるというメリットを有するため、広く普及している。このような従来のインクジェット機録ヘッドの一例を図8～図11に示す。

【0003】図8は従来のインクジェット記録ヘッドの分解斜視図、図9はその平面斜視図、図10は従来のインクジェット記録ヘッドの1つの圧力室に着目した平面斜視図、および図11はその断面図である。この従来のインクジェット記録ヘッドの構成は、インク滴が吐出されるノズル1を複数有するノズルプレート2、各ノズルに対応して配設された圧力室3と供給路4とインクプール5を有する圧力室プレート6、圧力室の一面を形成する振動板7、および各圧力室3に対応して配された圧電アクチュエータ8からなる。各プレートは、接着剤を用いて積層接合されている。圧力室3は、例えば図9に示されるように、縦方向に4つ並んだ列が4列存在する。そのうち2列分が一組となって供給路4を介して1つのインクプール5に連通し、1ユニットを形成している。本ヘッドでは、1ヘッド内に2ユニットが存在する。

【0004】圧電アクチュエータ8はその両面に電極膜を有し、導電性接着剤を介して導電性の振動板7に接合されている。圧電アクチュエータ8の自由表面側の電極は個別電極として、また振動板7は共通電極として、それぞれ機能する。フレーム9は、振動板7の外周部に接合されている。各圧電アクチュエータ8の個別電極と振動板7との間に駆動電圧を印加すると、圧電アクチュエータ8と、それに対応する圧力室3の領域内の振動板7がともにたわみ変形する。たわみ変形に伴って圧力室3内のインクが圧縮され、ノズル1からインク滴が吐出される。吐出された後のインク滴の補充は、インクプール5から供給路4を経由して圧力室3へ再充填することによって行われる。

#### 【0005】

【発明が解決しようとする課題】上記従来のインクジェット記録ヘッドにおいては、まず、ヘッドが薄いプレートの積層体であったため、ヘッド全体のたわみ剛性が低い。駆動電圧の印加により各アクチュエータとそれに対応する領域の振動板がたわみ変形する際に、ヘッドのプレート全体をも一緒にたわませようとする力（ヘッドたわみ加振力）が同時に発生する。このヘッドたわみ加振力によって、ヘッド全体のたわみ振動が発生し、その振動に起因する騒音が発生していた。駆動電圧波形が有する周波数成分の中に、ヘッドたわみ振動の共振周波数と一致する成分が含まれている場合には、ヘッドたわみ共

振振動（振動振幅が極大となる現象）が励起され、騒音が特に激しくなる。さらに、圧電アクチュエータの振動を連続的に行うと、ヘッドたわみ振動が繰り返され、各プレート間の接着がはがれてしまい、ヘッドが疲労破壊するという問題も発生していた。

【0006】従来においても、騒音防止のための技術が存在する。特開平9-80951号公報においては、インバータ回路の発振周波数を、鍋の固有振動周波数と共振しない値としたことを特徴とする調理器が開示されている。また、特開平9-80951号公報においては、コイルのインダクタンスを下げ、共振コンデンサとコイルによって発生する発振周波数を可聴周波数帯域外とする誘導加熱定着装置が開示されている。しかしながら、インクジェット記録ヘッドにおいて、有効に騒音防止の目的を達成する技術は開示されていない。

【0007】そこで、本発明の課題は、アクチュエータ駆動を行っても、ヘッドが発生する騒音を低く抑え、かつヘッドの信頼性を向上させるインクジェット記録ヘッドを提供することである。

#### 【0008】

【課題を解決するための手段】上記の課題を解決するため、本発明によるインクジェット記録ヘッドは、アクチュエータによって圧力室内に圧力変化を生じさせ、ノズルからインク滴を吐出させるインクジェット記録ヘッドであって、たわみ振動の共振周波数が20kHz以上であることを特徴とする。このようなインクジェット記録ヘッドにおいては、たとえたわみ振動の共振が発生したとしても、20kHz以上であれば人間の可聴周波数領域を外れているので騒音の問題は発生しないことになる。

【0009】また、圧力変化を生じさせるためのアクチュエータに対する駆動電圧の波形が有する周波数成分が、インクジェット記録ヘッドのたわみ振動の共振周波数と異なるように構成することができる。このようにすれば、共振は発生しないので騒音は低減される。たとえ共振周波数が人間の可聴周波数領域である20kHz以下であったとしても、共振は発生しないのでヘッドに対する信頼性は向上する。

【0010】複数のアクチュエータがN（Nは2以上の整数）個のグループに分けられ、前記N個のグループの各々に属するアクチュエータに対してグループ毎に位相が $1/N$ 周期づつずれた所定周期の駆動電圧パルスが印加されることにより、圧力変化タイミングが異なる複数の圧力室が混在するように構成することも可能である。さらに、位相ごとにアクチュエータを概ね同一数とすることや、分散を同一とすることが望ましい。このような構成とすれば、たわみ加振力が、位相のずれによって相殺されるので騒音の問題は発生しない。また、ヘッドの耐性も向上する。

【0011】インクプールが主流および支流を有し、支

流の各々に複数の圧力室が備えられたインクジェット記録ヘッドとすることができる。このようにすれば、高速印刷が可能となる。アクチュエータとして、圧電アクチュエータ以外にたとえばヒータアクチュエータなどを用いることも可能である。ヒータアクチュエータの場合には騒音の問題が発生しやすいので、本発明の手段は有効である。

#### 【0012】

【発明の実施の形態】本発明の実施形態について、図面を用いて詳細に説明する。図1は、本発明の第1の実施形態に係るインクジェット記録ヘッドの分解斜視図である。基本的な構成は、図8～11に示した従来技術における構成と同一であるが、本実施形態においては、圧力室プレートがより厚い点異なる。後述するように、圧力室プレートをより厚くすることによって、共振周波数が高い構造となる。

【0013】本実施形態の具体的な構造を以下に示す。ノズルプレート2、圧力室プレート6、および振動板7の平面寸法は10mm×12mmであり、その材質は全てステンレス鋼（SUS）である。フレーム9の外周寸法は上記プレートと同一であり、材質はプラスチックである。ノズルプレート2の厚さは75μmであり、プレス加工によって直径30μmのノズル1が貫通して開けられている。ノズル1の配列は、図中縦方向ピッチが2.032mmで4個配されている列が、平行に4列存在する。

【0014】圧力プレート6の厚さは200μmであり、エッチング加工によって圧力室3が各ノズル1に対応する位置に設けられている。さらに、2列分の圧力室3に共通のインクプール5が2つ、そして各圧力室3とインクプール5とを連結する供給路4とが、それぞれ圧力室プレート6を貫通するように形成されている。なお、各圧力室3の平面形状は1.5mm×1.5mm、供給路4の幅は0.2mmである。振動板7の厚さは20μmである。以上3種類のプレートには、互いを位置決め接合するためのアライメントマーク（図示せず）が付与されている。

【0015】圧電アクチュエータ8の厚さは30μmである。各圧電アクチュエータ8は、各圧力室3に対応して、個別に振動板7の表面へ配設されている。その平面形状は、圧力室3の3辺においては圧力室3よりも20μm内側に、残りの1辺においては圧力室3よりも外側200μmに外形を有する。圧力室3からはみ出した部分は、電気接続パッドとして用いられる。また、材質として、チタン酸ジルコン酸鉛系セラミクス（PZT）が用いられている。圧電アクチュエータ8の両面には電極膜が形成されている。電気接続パッドには、電気配線ボタンを有するフレキシブルケーブル（図示せず）がハンダを介して接合されている。

【0016】次に、本実施形態のインクジェット記録ヘ

ッドの製造方法について、図2を用いて説明する。まず、円筒状の圧電材料ブロック（図示せず）にラップ研磨加工を施し、圧電材料プレート11を形成する。本実施形態では、駆動電圧や駆動時のたわみ変形量に基づいて、その厚さを30μmとした。この圧電材料プレートに対し、その両面に電極膜12をスパッタリングする。本実施形態では、電極材料として金を用いた。

【0017】次に、高温時に粘着力がなくなる性質を持った粘着発泡テープ13を介し、スパッタリング済みの圧電材料プレートを固定板14に仮固定する。この固定板には、SUSプレート（ノズルプレート、圧力室プレート、振動板）との接合位置決めを行うためのアライメントマーク（図示せず）が付与されている。仮固定した圧電材料プレートの上に、感光性を有するフィルムマスク15を貼り付ける。本実施形態では、厚さ10μmのウレタン系フィルムマスクを使用した。

【0018】別途、圧電アクチュエータとして残したい部分だけ紫外線（UV）透過するボタンを有する露光マスク16を作成する。このマスクは、固定板のアライメントマークを基準にしてパタニングされている。これを用いてフィルムマスクで被覆した圧電材料プレートへUV露光を行い、その後フィルムマスクに対してエッチングを行う。エッチング液には、UV照射された部分を除去せず、かつ、それ以外の部分を確実に除去できる特性を有するものを選択する。本実施形態では炭酸ナトリウム溶液を用いた。

【0019】以上のプロセスによって、圧電アクチュエータとして残したい部分のみフィルムマスクが被覆され、それ以外の部分はフィルムマスクが除去される。次に、この構造に対して、サンドブラスト加工を行う。この加工では、フィルムマスクが除去されて露出した部分の圧電材料は確実に研削除去され、かつ、フィルムマスクが残った部分には研削が行われないような条件下で行う。この加工後、圧電材料の表面に残ったフィルムマスクを除去し、洗浄を施す。これによって、両面に電極膜を有する、小片化された圧電アクチュエータが、固定板の上に粘着発泡テープで貼り付けられた構造が得られる。

【0020】次に、この圧電材料を振動板に貼り付ける工程を行う。まず、サンドブラスト加工が終了した圧電材料の表面に接着剤（図示せず）を塗布する。本実施形態では、振動板を共通電極として兼用するため、塗布する接着剤には導電性を有する接着剤を用いた。これを塗布後、振動板と固定板のアライメントマークを位置決め基準にして圧電材料と振動板とを重ね合わせる。それに対し、1平方センチメートルあたり2kgの加圧を行って200℃で接着剤を硬化させ接合した。なお、この加熱時に圧電材料と固定板とを仮固定するために用いた粘着発泡テープが熱によってその粘着力を失い、容易に剥離される。

【0021】以上のプロセスにより、振動板を共通電極とし、その上に小片化された圧電アクチュエータが配され、各圧電アクチュエータの表面に個別電極が配されたユニットが得られる。このユニットを、別途位置決め接着接合しておいた振動板以外のプレートユニット（ノズルプレートと圧力室プレートの接合品）と接着接合することによって、インクジェット記録ヘッドを得る。

【0022】次に、本実施形態の動作について説明する。まず、インクプール5へ接続したインク供給ユニット（図示せず）を用い、インクプール5から供給路4を経由して各圧力室3にインクを充填する。その後、各圧電アクチュエータ8の個別電極と振動板（共通電極）7との間に駆動電圧を印加する。この駆動電圧の印加によって、圧電アクチュエータ8と振動板7が対応する圧力室3の領域でたわみ変形する。これにより、圧力室3内のインクが圧縮され、対応するノズル1からインク滴が吐出される。

【0023】上記構造のインクジェット記録ヘッドに対し、ヘッドたわみ振動の周波数特性を測定した結果を図3に示す。横軸には周波数を、縦軸にはたわみ振動振幅をとっている。同グラフには、比較のため従来構造ヘッドにおける周波数特性も合わせて掲載している。このグラフより、たわみ振動振幅が極大となる共振周波数が、従来構造ヘッドでは13kHz付近に存在することがわかる。それに対し、本実施形態のヘッドにおける共振周波数は、22kHz付近であることがわかった。

【0024】一般に、振動現象を考える際には、入力である加振周波数、振動系の固有特性である固有周波数（共振周波数）、出力である振動周波数の3つを区別して扱う必要がある。また、これら3つの間には、次の2つの重要な法則がある。一つは、振動周波数は加振周波数に一致すること、もう一つは、加振周波数が固有周波数に一致すると共振振動（振動振幅が極大になる現象）が発生すること、である。

【0025】この法則に則って本願発明のインクジェットヘッドの振動現象を考えると、次のような現象が発生すると考えられる。すなわち、アクチュエータに駆動電圧を印加した場合、駆動電圧波形が有する周波数成分に起因したヘッドたわみ加振力が発生する。そして、駆動電圧波形が有する周波数成分中にヘッドたわみ振動の共振周波数と同じ周波数成分が存在する場合は、ヘッドたわみ共振振動が励起される。共振振動の結果、その周波数を音成分とする騒音が発生する。この事実を踏まえた上で、従来構造のヘッドと本実施形態のヘッドのそれぞれに対し、騒音の実験調査を行った。

【0026】まず、従来構造のヘッドに印加する駆動電圧の波形として、時間幅が10 $\mu$ m、高さが30Vの三角波パルスが、76.9 $\mu$ sの周期で繰り返されるものを用いた（図4）。三角波パルスの繰り返し周期より、この波形は13kHzの周波数成分を有する。このよう

な波形を持った駆動電圧を、従来構造ヘッド内全16個の圧電アクチュエータに同位相で印加した。その結果、波形が有する周波数成分とたわみ振動の共振周波数が一致するため、たわみ振動が励起され、13kHzの音成分を有する激しい振動が発生した。

【0027】一方、これと同様の実験を本実施形態のヘッドに対して行った。ここでは、ヘッドたわみ振動の共振周波数22kHzと同じ周波数成分を有する駆動電圧波形として、前出の駆動電圧波形の繰り返し周期のみを変更し、45.5 $\mu$ sで繰り返されるものを用いた。この波形は22kHzの周波数成分を有する。この波形を本実施形態のヘッド内全16個の圧電アクチュエータに同位相で印加した結果、従来構造ヘッドと同様の理由でたわみ共振振動が励起され、22kHzの音成分を有する音波が発生する。しかし、その音波の周波数成分は人間の可聴周波数範囲（20kHz以下）から外れているので、騒音としては聞こえないことが確認された。

【0028】以上のように、本実施形態のインクジェット記録ヘッドによれば、人間の可聴周波数範囲（20kHz以下）においては、ヘッドたわみ共振振動は励起されないためその振動振幅は小さい。これによって、アクチュエータ駆動時に発生する騒音を低く抑えることが可能となる。また、20kHz以上において共振振動が励起されても、人間の可聴周波数範囲から外れているので、騒音を抑制することが可能である。

【0029】次に、本発明の第2の実施形態について説明する。本実施形態は、駆動電圧波形が有する周波数成分が、ヘッドたわみ振動の共振周波数と異なる構成としたものである。本実施形態で用いたヘッドは、基本的な構成は第1の実施形態と同一であるが、異なる点は、圧力室プレートの厚さが本実施形態の方が薄く、100 $\mu$ mである。なお、製造法は第1の実施形態と同一である。

【0030】本実施形態のヘッドに対し、第1の実施形態の場合と同様に、ヘッドたわみ振動の周波数特性を測定した。その結果、本実施形態のヘッドのたわみ振動の共振周波数が15kHz付近であることがわかった。この周波数は人間の可聴周波数範囲内にあるため、この共振振動が励起されると、激しい騒音が発生することが予想される。しかし、本実施形態では、駆動電圧波形が有する周波数成分とたわみ振動共振周波数をずらすことによって、共振振動を励起させないようにし、騒音を低く抑える。

【0031】本実施形態のヘッドに印加する駆動電圧波形として、前出の三角波パルスが100 $\mu$ sの周期で繰り返されるものを用いた。この波形は10kHzの周波数成分を有する。この波形を全16個の圧電アクチュエータに同位相で印加した結果、波形が有する周波数成分とたわみ振動共振周波数（15kHz）とが異なっているため、たわみ共振振動が励起されず、騒音が発生しな

いことが確認された。

【0032】また、その他の駆動電圧波形として、同様の三角波パルスが $50\mu\text{s}$ の周期で繰り返されるものを用いた。この波形は $20\text{kHz}$ の周波数成分を有する。そのため、やはりたわみ共振振動は励起されず、騒音が発生しないことが確認された。また、たわみ振幅が小さいのでヘッドの疲労破壊を防止でき、 $100$ 億回の繰り返し駆動を行った後でもインク滴の吐出特性は全く変化しないことが確認された。なお、この駆動電圧波形以外にも、その波形が有する周波数成分がたわみ共振振動共振周波数と異なる波形であれば、同様にして騒音が発生せず、またヘッドの疲労破壊を防止できる。以上のように、本実施形態によれば、アクチュエータ駆動時に発生する騒音を低く抑えることが可能となる。また、ヘッドの疲労破壊を防止し、信頼性を向上することが可能となる。

【0033】次に、本発明の第3の実施形態について説明する。本実施形態は、繰り返しの基準となるある位相で駆動電圧が印加され駆動されるアクチュエータと、位相がその基準に対して半周期ずれて駆動電圧が印加され駆動されるアクチュエータとを混在させた構成とするものである。本実施形態で用いたヘッドは、構造と製造法ともに、第2の実施形態と同一である。

【0034】本ヘッドが有する $16$ 個のアクチュエータを、図5のAとBに示す8個ずつの2グループに分類する。本実施形態の場合、グループAおよびBのアクチュエータの配置に関し、ヘッド内での分布状態（各々のグループの数と分散）が概略同一になっている。グループAのアクチュエータに共通して印加する駆動電圧波形を図6(a)に、またグループBのアクチュエータに共通して印加する駆動電圧波形を図6(b)に示す。これらは、孤立パルスの形状とその繰り返し周期は全く同一であるが、繰り返しの位相が半周期ずれている関係にある。なお、各々の繰り返し周期は $66.7\mu\text{s}$ （すなわち周波数成分は $15\text{kHz}$ ）としたが、その理由は、本実施形態の効果をより明確にするため、あえてヘッドたわみ共振周波数 $15\text{kHz}$ と一致させるためである。

【0035】これらの駆動電圧波形を各グループのアクチュエータに印加すると、グループAのアクチュエータに起因するヘッドたわみ加振力と、グループBのアクチュエータに起因する同力が、それぞれ発生する。ここで、両グループのアクチュエータはその数と分布が概略同一であることから、その力の大きさと分布は概略同一である。ただし位相だけが互いに半周期ずれている。従って、ヘッド全体として見た場合には、たわみ加振力は打ち消し合うので、ヘッドたわみ振動は発生しない。その結果、駆動電圧波形の周波数成分がヘッドたわみ共振周波数と一致しているにもかかわらず、騒音は発生しないことが確認された。また、たわみ振動振幅が小さいのでヘッドの疲労破壊を防止でき、 $100$ 億回の繰り返し

駆動を行った後でもインク滴の吐出特性は全く変化しないことが確認された。

【0036】なお、本実施形態では、繰り返し印加する駆動電圧波形の位相が半周期ずれている2つの波形を用いた場合について述べた。それ以外にも、例えばアクチュエータを3つのグループに分類し、互いに $1/3$ 周期ずれている3つの波形を用いた場合でも、同様の効果を得ることができる。これを一般化して考えると、各波形により発生するヘッドたわみ加振力を足し合わせると互いに打ち消し合うような複数の駆動電圧波形の組合せであれば、本実施形態と同様の効果を得ることができる。以上のように、本実施形態のインクジェット記録ヘッドによれば、アクチュエータ駆動時に発生する騒音を低く抑えることが可能となる。また、ヘッドの疲労破壊を防止し、信頼性を向上することが可能となる。

【0037】次に、本発明の第4の実施形態について説明する。図7は、本発明の第4の実施形態に係るインクジェット記録ヘッドの平面図である。第1～第3の実施形態の構成と異なる点は、ヘッド内の1ユニットのノズル列が4列存在することにある。従って、ヘッド内のノズル数が2倍である。図中縦方向のノズルピッチは $2.032\text{mm}$ 、横方向のピッチは $1\text{mm}$ である。また、チャンバの大きさも $0.75\text{mm} \times 0.75\text{mm}$ に変更する。さらに、インクプールの形状も変更し、ノズル各行に対応して配されたインクプール支流と、それに連結したインクプール本流から成るクシ歯形状インクプールを用いる。各プレートの厚さは、第2の実施形態と同一である。また、製造方法も第2の実施形態と同一である。

【0038】本実施形態のヘッドに対し、ヘッドたわみ振動の周波数特性を測定した結果、たわみ振動の共振周波数が $13\text{kHz}$ 付近であることがわかった。ここで、本実施形態における共振周波数は、各プレートの厚さが本実施形態と同一である第2の実施形態における共振周波数（ $15\text{kHz}$ ）よりも低くなっている。その理由として、チャンバプレート内の空洞（エッチングした部分）が増加し、そのたわみ剛性が低下したことが考えられる。

【0039】本実施形態のヘッドに印加する駆動電圧波形として、前出の三角波パルスが $100\mu\text{s}$ の周期で繰り返されるものを用いる。この波形は $10\text{kHz}$ の周波数成分を有する。この波形を全32個の圧電アクチュエータに同位相で印加した。本実施形態では圧電アクチュエータの数が多いため、駆動によって発生するヘッドたわみ加振力も大きい。従って、ヘッドたわみ振動による騒音はより大きくなりやすい。しかし、駆動実験を行った結果、波形が有する周波数成分とたわみ振動共振周波数とが異なっているため騒音が発生しないことが確認された。そして、吐出するインク滴の数を増加させることが可能となった。以上のように、本実施形態によれば、ノズルを高密度に配列することができるため、単位時間

に吐出するインク滴の数を増加させることができ、高速印字が可能となる。

【0040】なお、ここまでの実施形態で用いたような薄い単板タイプの圧電アクチュエータ以外のアクチュエータを用いることも可能である。例えば、ヒータを用いた圧力室内のインクに気泡を発生させてその圧力によってインク滴を吐出させるタイプのヒータアクチュエータに代表されるような、薄い構造のアクチュエータを用いることも可能である。このようなアクチュエータを用いたヘッドでは、ヘッドたわみ剛性が低いため、騒音が顕著である。従って、このような構造のヘッドでは、本発明による騒音低減や信頼性向上の効果が特に大きい。

【0041】

【発明の効果】以上説明したように、本発明のインクジェット記録ヘッドによれば、ヘッドたわみ加振力によってヘッド全体がたわみ振動した場合であっても、それにより発生する音波の周波数成分が人間の可聴周波数領域から外れた構成とすることによって、騒音を低く抑えることが可能となる。また、駆動電圧波形が有する周波数領域を共振周波数と異なった範囲にすることによって、共振振動が励起されないため、振動振幅は小さく、騒音を低く抑えることが可能となる。

【0042】また、各アクチュエータに対する駆動電圧の位相をずらすことによって、発生するヘッドたわみ加振力が互いに打ち消し合うため、ヘッドたわみ振動は発生しないので、騒音を低く抑えることが可能となる。また、ヘッドの信頼性を向上させることが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明によるインクジェット記録ヘッドの第1の実施形態の分解斜視図を示す。

【図2】本発明によるインクジェット記録ヘッドの第1の実施形態の製造方法を示す図である。

【図3】本発明によるインクジェット記録ヘッドの第1の実施形態に対し、ヘッドたわみ振動の周波数特性を測定した結果を示す図である。

【図4】インクジェット記録ヘッドに印加する駆動電圧

の波形の一例を示す図である。

【図5】本発明によるインクジェット記録ヘッドの第3の実施形態におけるアクチュエータの動作を説明するための平面図である。

【図6】(a)本発明によるインクジェット記録ヘッドの第3の実施形態のグループAのアクチュエータに対して、印加する駆動電圧の波形を示す図である。(b)本発明によるインクジェット記録ヘッドの第3の実施形態のグループBのアクチュエータに対して、印加する駆動電圧の波形を示す図である。

【図7】本発明によるインクジェット記録ヘッドの第4の実施形態におけるアクチュエータ部の平面図を示す。

【図8】従来技術におけるインクジェット記録ヘッドの分解斜視図を示す。

【図9】従来技術におけるインクジェット記録ヘッドのアクチュエータ部の平面図を示す。

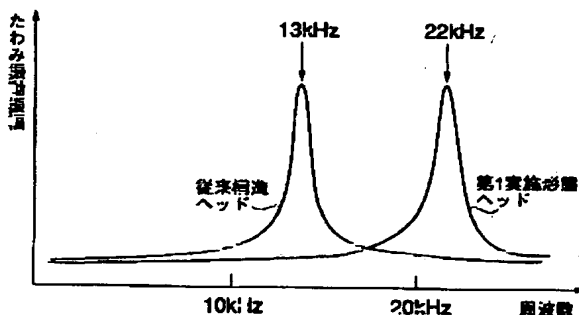
【図10】従来技術におけるインクジェット記録ヘッドにおける1つの圧力室の平面図を示す。

【図11】図10に示す圧力室の断面図を示す。

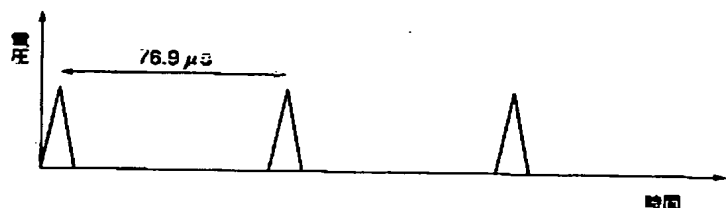
【符号の説明】

- 1 ノズル
- 2 ノズルプレート
- 3 圧力室
- 4 供給路
- 5 インクプール
- 6 圧力室プレート
- 7 振動板
- 8 圧電アクチュエータ
- 9 フレーム
- 11 圧電材料プレート
- 12 電極膜
- 13 粘着発泡テープ
- 14 固定板
- 15 フィルムマスク
- 16 露光マスク

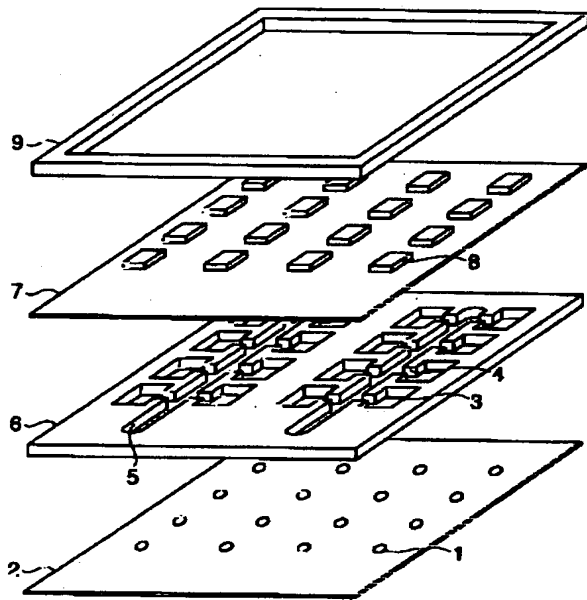
【図3】



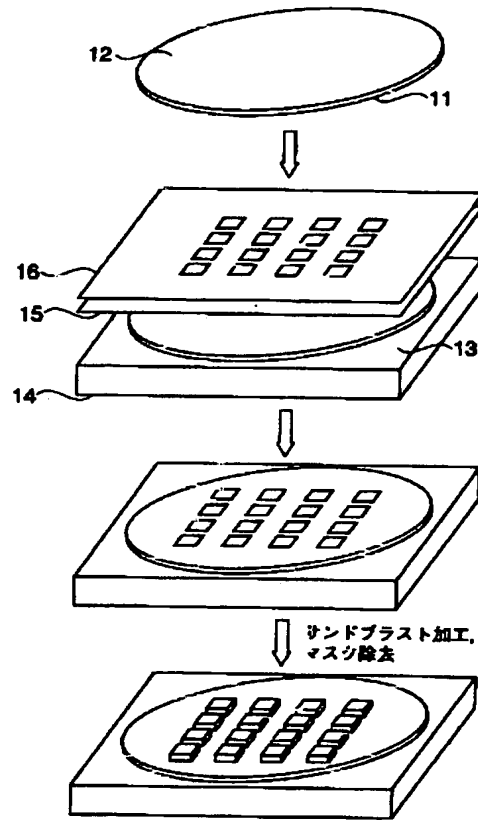
【図4】



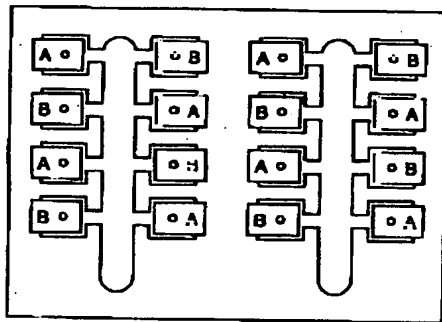
【図1】



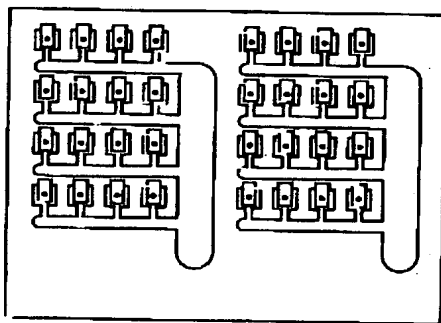
【図2】



【図5】



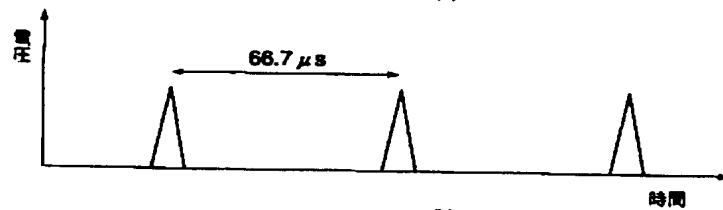
【図7】



【図6】

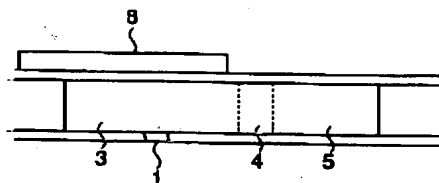


(a)

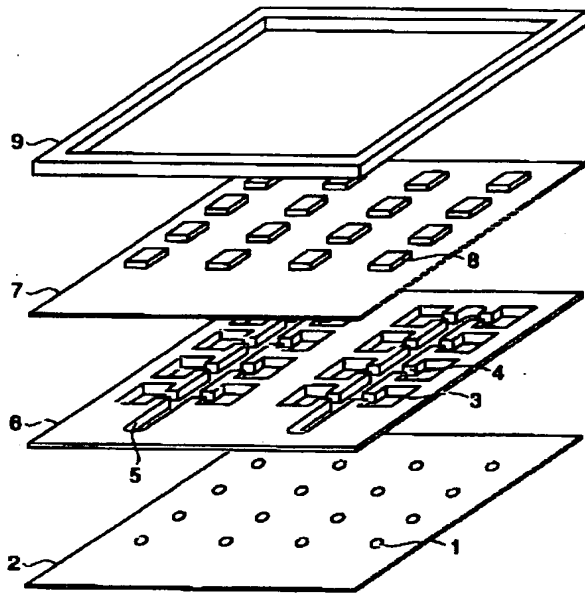


(b)

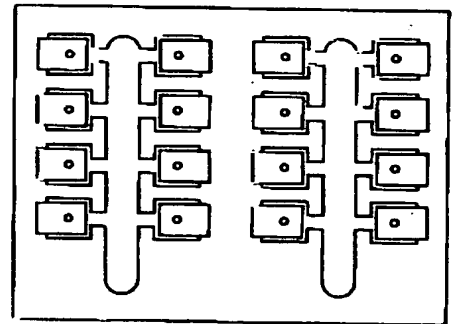
【図11】



【図8】



【図9】



【図10】

